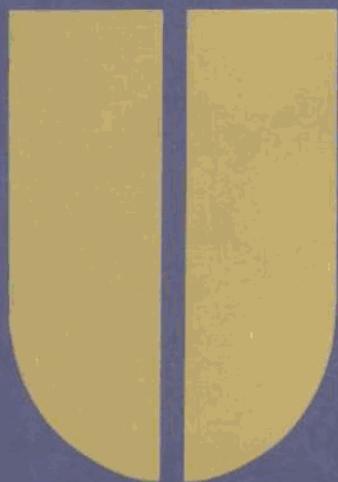


中国金矿研究新进展

中国科学院黄金科技工作领导小组办公室

第二卷

地震出版社



科学顾问

涂光炽 陈国达 叶连俊 陈家镛
刘光鼎 孙鸿烈 孙 枢 欧阳自远

编辑委员会成员

高振敏 易善锋 祁凤茹 刘秉光
童庆禧 程景平 金成伟 谭克仁
刘洪臣 张宝林 张金东

本卷主编

童庆禧 刘洪臣

副主编

郭华东 严寿民 丁 暄 郑兰芬 邵 芸 迟国彬

编 委

蔺啓忠	王晋年	李 岩	张满郎	党顺行
徐瑞松	王 超	王谦身	李仲霖	徐建国
蒋福珍	武传真	闫雅芬		

前 言

《中国金矿研究新进展》主要反映中国科学院在“七五”、“八五”期间开展金矿科学研究的主要进展。出版本书的目的在于总结中国科学院在金矿研究中取得的新成果、新见解、新理论、新技术，以推动学术交流，提高我国金矿科学研究水平，为促进黄金科技与生产的发展做出贡献。

本书分两卷出版。第一卷为地质地球化学研究，分上下两篇。上篇为总论，包括成矿理论与实验研究；下篇为各论，包括若干区域和类型的研究。第二卷为找矿新技术、新方法的应用与研究。有关采选冶研究方面的进展，将另行编著出版。

中国科学院的金矿研究早在60年代已经起步。1975年全国黄金工作会议之后，院有关研究所逐渐重视和加强了金矿研究工作。中国科学院长沙大地构造研究所于60年代初开始了金矿成矿规律研究。1973年，配合我国铀矿床的研究，中国科学院地球化学研究所研究了夹皮沟金矿的矿床地质。随后，涂光炽教授亲自主持我院重点项目“中国层控矿床地球化学”研究，从1979年起组织矿床地球化学、包裹体、实验地球化学、同位素地球化学等多学科、多兵种联合进行我国层控金矿床和花岗岩型金矿床的专题研究，在19个省调查了60多个金矿床，对我国金矿（除砂矿外）的全貌有了较全面的了解，其成果已反映在《中国层控矿床地球化学》（第一卷）和《花岗岩成岩成矿作用》两书中。70年代以来，中国科学院地质研究所结合对中国东部中生代火山岩的研究，考察了十多个火山岩型金矿和金-多金属矿床；结合对华北断块的研究，系统地考察了断块南缘小秦岭、熊耳山地区绿岩带中的11个金矿床，对断块北缘的金矿进行了前期研究工作。在金矿选冶技术上也取得明显进展。

“七五”期间，中国科学院的黄金科技工作得到了蓬勃发展。根据科技体制改革和“经济建设必须依靠科学技术，科学技术工作必须面向经济建设”方针的要求，全院有关研究所加强了金矿的调查与研究。1987年，中国科学院决定，在认真贯彻“把全院的主要科技力量动员和组织到为国民经济服务的主战场，同时保持一支精干力量进行基础研究和高技术跟踪”的办院方针和深化改革的过程中，按照当年年初全国黄金工作会议的精神，进一步加强全院的黄金科技工作，并将其列为全院65个重大项目之一。这一年，中国科学院先后组织30个金矿课题研究，其中由遥感所、大地构造所、广州地质新技术所、地质所、新疆分院、航空遥感中心等单位在阿尔泰山地区进行“遥感技术在地质找矿中的应用研究”发现的几处新的成矿带和远景区，由航空遥感中心、地化所、上海技术物理所、安徽光机所、广州地质新技术所、新疆分院等单位将“红外细分”试验重点转向金矿勘察所获得的明显效果，地质所、地化所、大地构造所等单位在新疆、粤西、海南等地的找矿实践和成矿规律研究的新发现，使全院金矿工作出现了明显的好势头，受到了国家有关部门和国内金矿科技界的重视和注意。

1987年9月，孙鸿烈副院长、涂光炽学部主任和陈国达学部委员联名向中央写信，反映中国科学院广大科技人员对发展黄金科技工作的积极性并提出请战，得到了国务院的专项经费支持。翌年，中国科学院把黄金科技工作列为重中之重项目，增加资助强度；全院成立黄金科技工作领导小组、领导小组办公室和专家组，加强对金矿项目的领导、管理和学术指导；

金矿课题多的研究所也成立了领导小组，保证任务落实、人员落实和经费落实，高质量地按时完成课题任务。

对“七五”后三年和“八五”期间的金矿科技工作，中国科学院提出的总要求是：在上级领导部门的关怀下，同兄弟部门密切配合，不断深化改革，为国家社会主义建设做出新的贡献，达到理论方面有突破，预测方面有成效，技术方面有创新，储量方面有贡献。为了达到这些要求，当时提出抓两个为主、两个提高和两个延伸，即以单金矿及可能成为金矿的伴生金为主，以新类型为主；抓成矿理论和成矿模式的提高，抓找矿和采选冶新技术方法的提高；把成矿理论向找矿预测和获取预测储量延伸，把选冶实验室的试验向中试和生产延伸。按照这个部署，中国科学院在“七五”期末组织起了一支有23个研究所500名科技人员的多专业多手段的金矿科技队伍，先后承担和完成了46个课题的研究任务。同时，还承担了国家黄金科技攻关项目、国家黄金管理局的超大型金矿和部分紧急项目，一共17项，这些项目大部分延续到“八五”期间继续进行。

“七五”期间，中国科学院的金矿研究取得了丰硕成果。在理论上，有涂光炽的中国金矿新分类方案和超大型金矿、层控金矿床的观点，陈国达的前地槽、地槽、地台、地洼不同单元金成矿专属性和不同阶段金成矿递进性的观点，叶连俊的沉积、层控金矿床时空展布及其成因上同外陆架盆地相关的观点，陈家镛的湿法冶金理论，以及一些中年科技人员的理论认识，诸如火山机构控矿和小岩体成矿的提出；浅变质碎屑岩型黑色岩系层控金矿的识别，微细粒金赋存状态的了解等。在技术上，有多源多层次遥感，航空红外多光谱和侧视雷达，2~2.5 μm 红外细分光谱和12通道红外光谱扫描等找矿新技术；有永久冻土砂金解冻、防冻开采，催化氧化酸浸法处理高硫高砷金精矿，铅基金矿碳酸化转化，山楂核活性炭，细菌氧化脱砷，边磨边浸及液膜法等采选冶新技术。在预测上，发现成矿带39条，提出找矿靶区26个，用遥感方法配合地质、地球化学、地球物理圈出靶区7处，远景区5个，并在北疆、东疆、粤西、海南、滇西、川西、桂西北及毗邻的滇黔地区、华北地台北北缘、黑龙江北部等地取得区域成矿类型、成矿条件和找矿预测研究的重要进展。在储量上，一方面作为成矿预测的内容和依据，提供了一批科研预测储量；另一方面与产业部门配合，在部分地区为提交工业储量作出了一定贡献。1992年、1993年由院黄金科技领导小组办公室编辑、科学出版社出版的《黄金提取研究（第一卷）》和《中国金矿地质地球化学研究（第一集）》，部分地反映了这一时期的科研成果。同时，在情报工作上，出版了《黄金科技动态》（月刊；1993年改为《黄金科学技术》，双月刊），编译出版了《国外金矿地质新进展》和《国外黄金冶炼新进展》共4册，提出了世界黄金科学技术发展现状和趋势分析以及我国对策的建议，对我国黄金科技工作起到了重要的参考借鉴作用。

中国科学院“八五”金矿科技工作紧紧围绕国家“八五”黄金发展战略，充分发挥全院在理论基础、技术发展、综合研究和科研管理上的特色，在“七五”工作的延伸、深入和提高的基础上，继续抓好高水平的理论和高水平的技术，促进科研工作向生产的延伸。在工作安排上采取总体设计、综合论证、严格评审、集中目标、协调组织、统一管理的办法，继续调动“七五”期间已经组织起来的科技队伍，围绕《我国主要金矿类型的成矿模式找矿方向及采选冶新技术新方法研究》这个总项目开展工作。在研究内容上设计了三个层次的课题：一个是加强成矿理论的研究与总结，包括金矿类型、超大型金矿，外陆架盆地、地洼与金矿形成分布，以及金矿与韧性剪切、低温活化、元素共生的关系等；一个是加强区域成矿模式与

找矿方向的研究，包括粤西、海南、滇川西、滇桂黔三角区、华北南北缘、北疆、黑龙江北部等地区；三是加强新技术新方法研究，包括两部分内容，一部分是遥感、地球物理及其与地质、地球化学相配合的找矿新技术，一部分是金矿的采选冶新技术。总共设计安排了15个课题和40个专题。

“八五”期间，中国科学院的金矿科技工作继续得到加强，将其列为全院30个重大科研项目之一，并继续得到国务院的专项资助。在院黄金科技领导小组和专家组的精心组织和指导下，“八五”期间的工作取得了明显的进展。例如，在理论上，涂光炽、叶连俊、陈国达、陈家镛等老科学家提出的理论用于建立成矿模式和指导找矿、指导选冶取得了较好进展；作了大量成矿实验，其中对200℃以下金的活化迁移确定了Au与SiO₂间的络合作用。在区域预测上，提出胶东和华北北缘中段是探寻超大型金矿的有利地区；粤西河台型金矿已在该成矿带西延部分有突破；已将云南北街铅矿变成大型金矿并建设矿山；提出甘新交界处的金离子210金矿可能属穆龙套型；在河北金厂峪等地预测深部隐伏金矿的工作已取得某些地段的初步成功；在西天山、阿尔金、西秦岭等地得到了许多有关金矿床的新发现。在找矿技术上，在发展生物地球化学遥感信息方法的同时，开发了成像光谱技术；开展了利用波谱地球化学和地理信息系统的多源数据综合分析并开始利用星载雷达成像；建立了地球物理找金标志和方法，正摸索出与遥感、地球化学、地质相结合的综合找金途径。微细粒金的选冶技术取得了重大进展，已完成2.5t级连续试验，选矿指标达到工业试验水平。

本书主要反映上述各阶段的工作进展和研究成果，各卷、篇、章、节大体上按中国科学院“八五”金矿科研项目计划的内容编排。本书的出版是一项由我院参加金矿工作的全体科技人员集体艰辛创作的巨大工程。书中的大量事实、资料、数据都是客观的、真实的、严谨的、统一的，但对客观事物的认识、理解和理论创作实行“百家争鸣”，允许各抒己见，不强求一致。本书是否完全做到了这一点以及这种做法的是非利弊如何，诚望广大读者不吝赐教。

本书撰写工作是在涂光炽、叶连俊、陈国达、刘光鼎4位院士的指导下进行的，由中国科学院黄金科技工作领导小组办公室祁凤茹、张金东、胡寿永具体组织实施。编撰工作由高振敏、易善锋主持，刘采光、金成伟、程景平、谭克仁、张宝林和童庆禧、刘洪臣分别协助完成第一、二卷，最后由易善锋、高振敏、祁凤茹统稿。

本书能够出版，还得益于中国科学院在金矿科技工作中得到地质矿产部、冶金工业部、有色金属总公司、核工业总公司、武警黄金部队、大专院校各部门有关单位和专家的支持与协作，谨在此向他们表示衷心的感谢。

中国科学院黄金科技
工作领导小组办公室

本卷说明

黄金是一种具有特殊重要经济和战略意义的贵金属。解决黄金资源问题，提高国家的黄金储备是国家资源开发的重要任务。我国虽是开采、冶炼黄金很早的国家，但是目前无论从我国的黄金产量、探明储量以及金矿的勘查和开采，特别是大型和超大型矿床的勘查方面都远远不能满足我国国民经济建设发展的需要。科学技术是第一生产力，金矿地质理论的深化、金矿勘查和找矿技术的提高均需以科学技术作为基础。先进的科学技术对黄金资源开发水平的提高能产生无可估量的作用，这些均在国内外大型和超大型金矿的发现、勘查、评价、开采和选冶中得到了充分的证实。提高我国黄金地质研究以及找矿技术、方法的水平，为提高我国黄金产量服务，是我国科技人员的重要使命。

作为国家自然科学研究重要力量的中国科学院，遵照“把全院主要科技力量动员和组织到为国民经济服务的主战场，同时保持一支精干力量进行基础研究和高新技术跟踪”的办院方针，在国家“七五”期，全院 23 个研究所数百名科技人员投入了黄金科技研究工作。金矿找矿的新技术、新方法就是我院黄金科技研究的一个组成部分。几年来广大科技人员跟踪国际先进水平，立足创新，在将航天和航空遥感技术，地球物理技术方法应用于我国的黄金找矿研究方面进行了不懈的探索，在理论、技术和应用成果方面均取得很大的进展。通过几年的研究和实践，我院不同领域的科技人员在将多种遥感信息的综合应用，特别是将不同分辨率卫星遥感图像与航空雷达遥感图像，航空新红外摄影的复合、配准、综合处理和分析，充分发挥不同遥感信息的作用方面；在开发具有当时国际先进水平的红外细分光谱扫描技术和当前国际前沿的成像光谱技术的信息处理、金矿信息提取方面；在充分发挥雷达遥感优势，揭示构造和隐伏地质体信息方面；在深入研究地植物的生物地球化学效应，探索和追踪金矿点方面；在综合开发各种地球物理技术，特别是将重力、磁力、电法和 X 荧光技术用于综合勘探，在山区和复杂地形条件下开发陡倾斜界面地震勘查技术追踪并查明含金构造和含金地质体方面，以及基于计算机技术和金矿地质专家的理论 and 经验初步建立金矿地质专家系统等方面，均有重要进展和突破。

本书较全面地从理论、技术和应用实例等几个方面并从多学科的综合和渗透的角度阐述了上述各个方面的研究成果。它们是：金矿的主要成矿类型与遥感找矿基础，多光谱遥感找矿的理论与实践，高光谱分辨率遥感在金矿找矿中的应用，雷达遥感找矿的理论与实践，金矿生物地球化学遥感的理论与实践，金矿地球物理勘查方法与技术，金矿区地球物理方法找金的应用研究及实例以及金矿地质专家系统。各章的主要编写人员如下：

前言与概论：童庆禧

第一章：张满郎、丁暄、党顺行

第二章：蔺啟忠、杨柏林、迟国彬、张满郎、李岩、李林、王志刚

第三章：童庆禧、郑兰芬、丁暄、王晋年、迟国彬

第四章：邵芸、郭华东、蔺啟忠、王超

第五章：徐瑞松、谭建平、曾提、马跃良

第六章、第七章：刘光鼎、刘洪臣、蒋福珍、王谦身、季仲霖、严寿民、武传真、闫雅芬、石昆法

第八章：徐建国

第九章：刘承祚

参加本项研究工作的中国科学院有关研究单位是：遥感应用研究所、地球物理研究所、广州地球化学研究所、贵阳地球化学研究所、新疆地理研究所、兰州地质研究所、上海技术物理研究所、安徽光学与精密机械研究所、遥感卫星地面站等。

除上述参加编写的人员外，参加研究工作的主要科技人员有：崔承禹、林树道、徐火盛、薛永祺、章立民、董为亮、郭子祺、魏秀萍、刘浩、陈锡杰、候宏飞、董卫东、金浩、张云和、刘子贵、石火生、吕慧萍、李富才、来武、唐建平、刘宝泉、胡德永、叶连群、熊舜华、陈守庄、张秀忠、戴昌达、陈志军、叶宗怀、荀毓龙、吴常咏、王建宇、沈鸣明、赵素华、江为为、于长明、李英贤、臧有恒、李宗舜、杨友华、黄宝春、徐昇、张庚利、毛木林、魏新富。

在科研工作以及本书的编写过程中，我们深感这项研究成果的取得是在国家黄金办公室和中国科学院的领导、关心和支持下完成的。中国科学院孙鸣烈副院长、涂光炽和叶连俊先生等从立项、论证、实施和总结的全过程中始终给予了关怀和指导，对此深表感谢。中国科学院黄金办公室祁凤茹、胡寿庸、张金东等同志在项目的执行和本书的编写过程中给予了许多的领导和帮助；中国科学院新疆分院开发办公室马映军、李成源等同志对本项目科技人员给予了很大支持和帮助；有关研究所的领导和职能部门的同志也对本项目的完成作出了贡献，在此对他们所给予的领导、指导、支持和帮助一并表示感谢。

几年来的研究工作表明，我院的黄金科技工作，其中包括金矿找矿的新技术、新方法研究是很有成效的。然而，扩大我国黄金的储量，提高我国黄金的产量，以满足我国社会主义建设的需要是一项艰巨的任务，需要广大科技人员的不懈努力，提高黄金地质的理论水平，开拓新的技术，采用新的方法。与此目标相比，目前所做的工作仅是这一长河中的一小步。由于条件和水平所限，本书不足之处在所难免，恳请科技界的同行以及读者予以指正。

科技与经济结合的成功范例

周光召

九五年六月

加强科学研究，促进

黄金生产

孙德且

一九五五年

七月

科
系
家
们
勤
努
力

全
少
科
技
法
硕
果

孫
樞

一
九
九
五
·
八
·
一

攻克黄金地质与

选冶的科学技术难题，

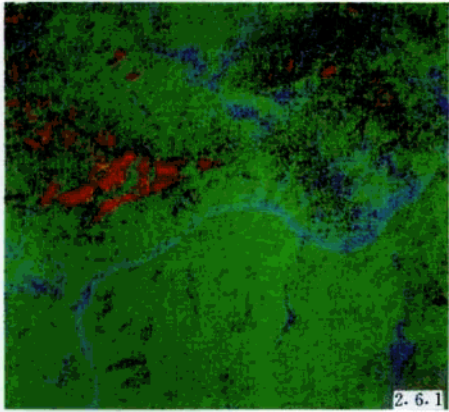
建立黄金资源与

技术的持续发展体系。

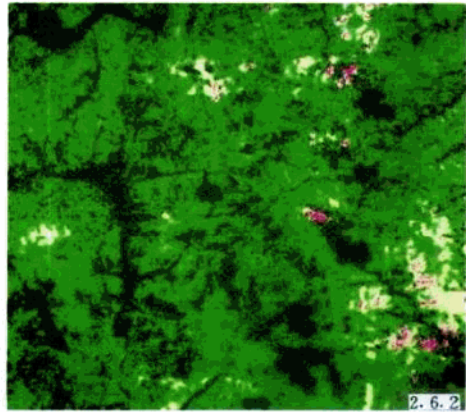
欧阳自远

九五年

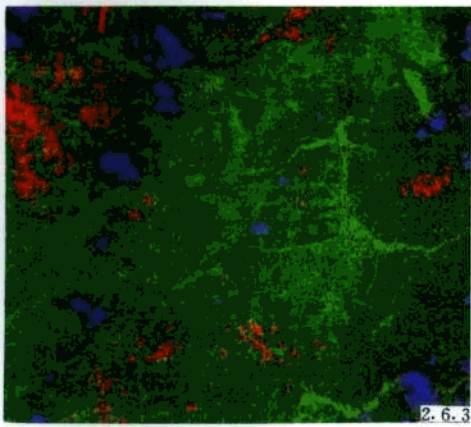
七月十二日



图版 2.6.1



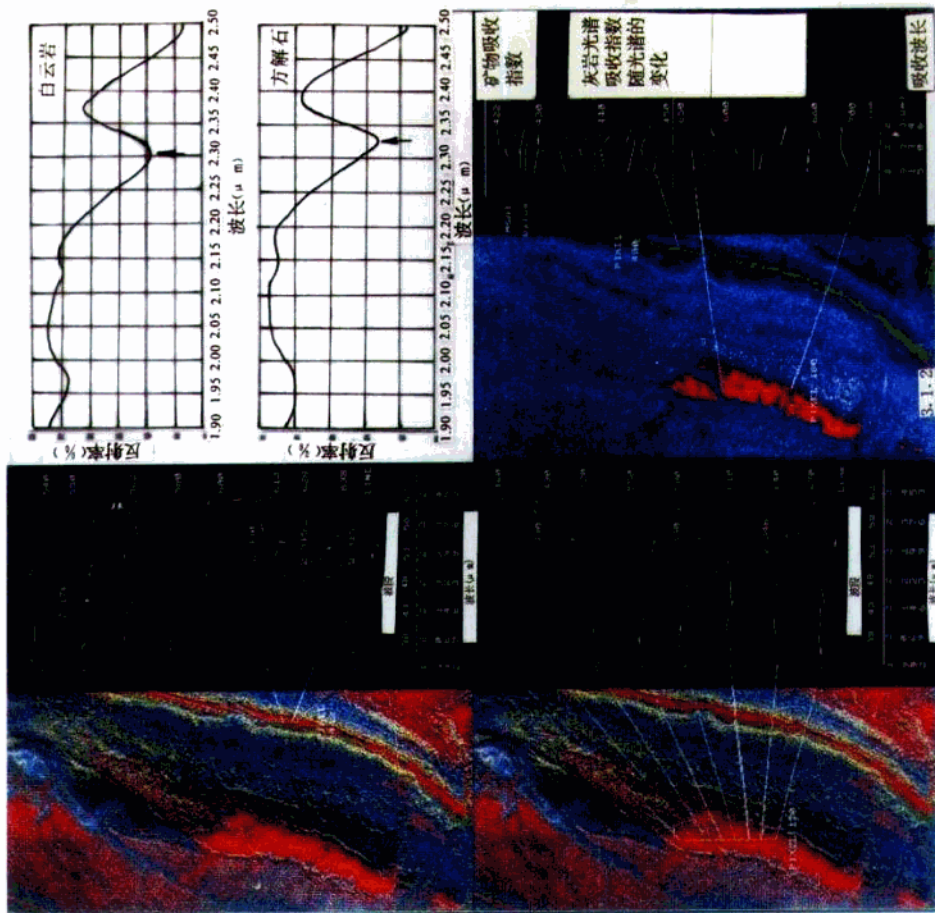
图版 2.6.2



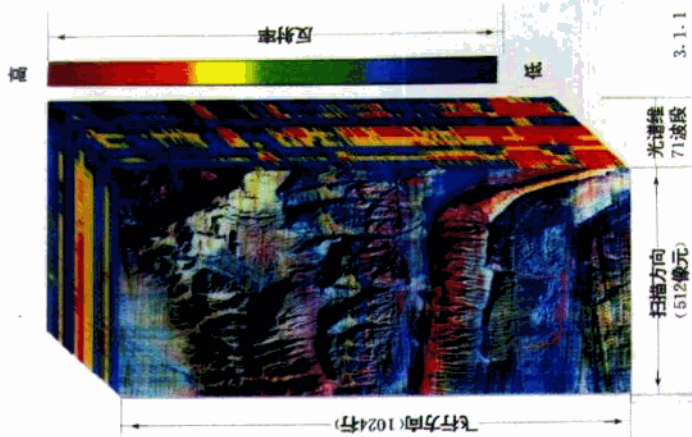
图版 2.6.3



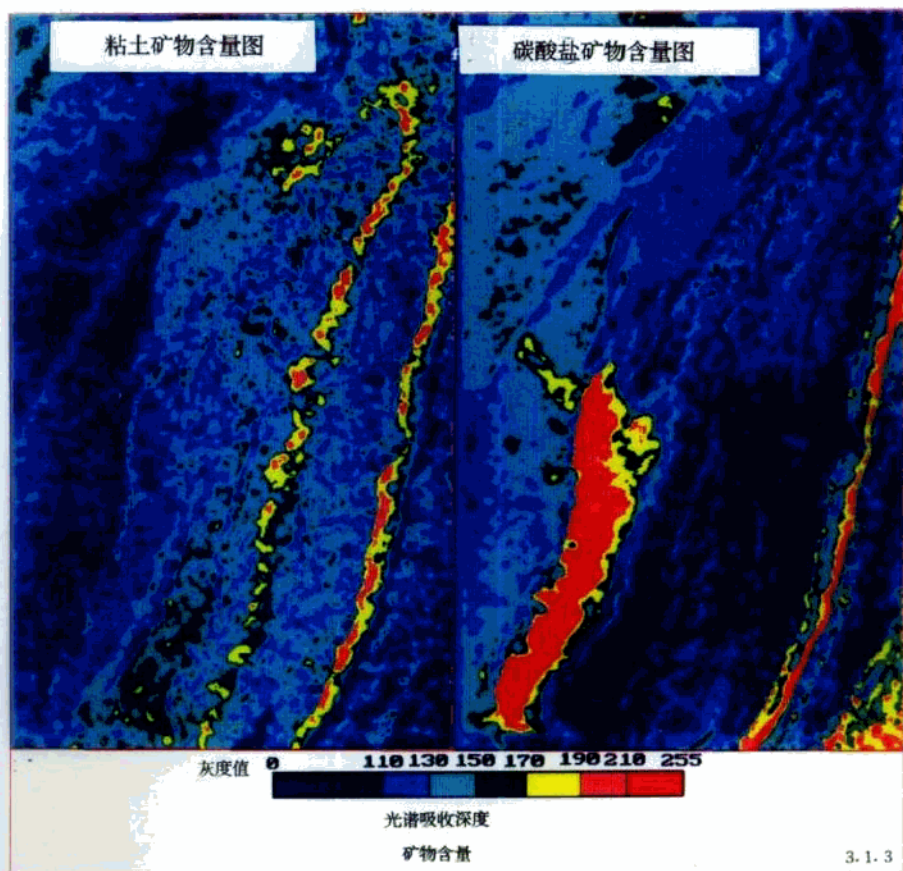
图版 2.6.4



图版 3.1.2

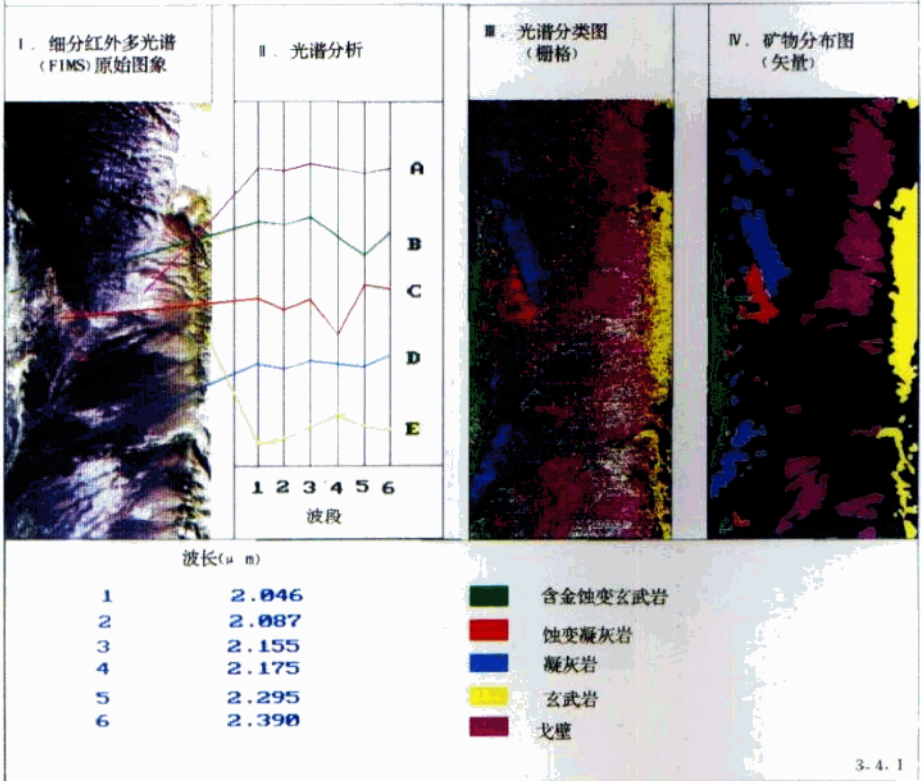


图版 3.1.1

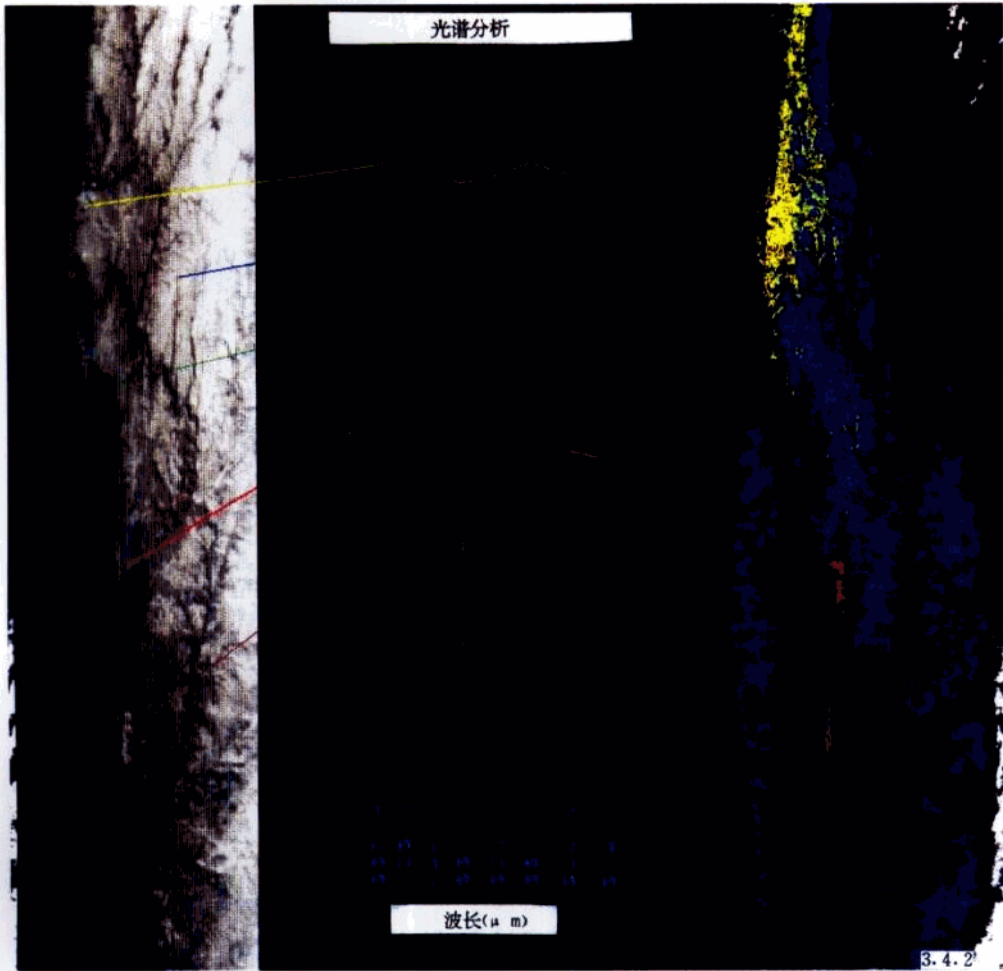


图版 3.1.3

高光谱分辨率遥感图像 矿物光谱制图



图版 3.4.1



图版 3.4.2